

BAB III

METODE PENELITIAN

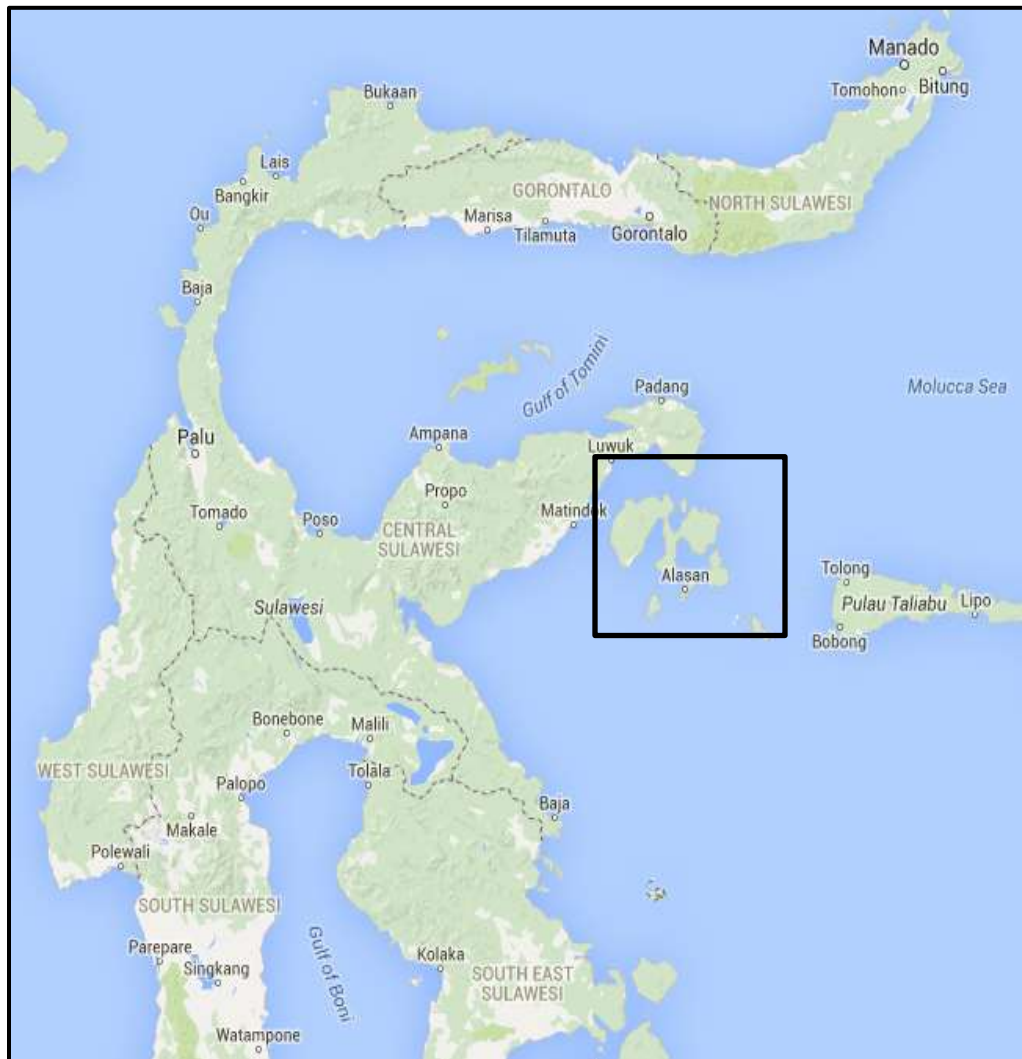
3.1. Metode dan Desain Penelitian

Data geomagnet yang dihasilkan dari proses akusisi data di lapangan merupakan data magnetik bumi yang dipengaruhi oleh banyak hal. Setidaknya ada tiga hal yang sangat berpengaruh, yaitu pengaruh medan magnet utama bumi, medan magnet di luar bumi serta medan magnet kerak bumi. Untuk mengetahui struktur permukaan bumi hal yang harus dilakukan yaitu menghilangkan dua pengaruh utama yaitu pengaruh medan magnet utama bumi dan medan magnet luar bumi. Untuk menghilangkan pengaruh dari medan magnet utama bumi dikoreksi menggunakan nilai IGRF. Sedangkan untuk menghilangkan nilai magnet luar bumi menggunakan koreksi harian. Sehingga yang tersisa adalah medan magnet akibat pengaruh respon kerak bumi atau sering disebut dengan anomali magnetik total.

Anomali magnetik total merupakan perpaduan dari magnetik residual dan regional. Untuk memisahkan anomali residual dan anomali regional diperoleh dengan menggunakan metode *Trend Surface Analysis*. Dari data tersebut dibuatlah peta kontur untuk memetakan sebaran nilai anomali magnetik di daerah tersebut. Proses pembuatan peta kontur menggunakan *perangkat lunak* Surfer V.11.

Pemodelan struktur permukaan bumi dibuat dengan menggunakan *perangkat lunak* Mag2DC. Terdapat beberapa data yang dibutuhkan sebagai input dalam pembuatan model menggunakan Mag2DC yaitu nilai anomali magnet hasil sayatan lintasan pada lintasan di peta kontur anomali magnetik, jarak spasi setiap nilai anomali magnet, intensitas magnet *IGRF*, sudut deklinasi, sudut inklinasi dan kedalaman maksimum.. Data tersebut akan menghasilkan profil anomali observasi yang dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan model. Model yang telah sesuai dengan profil anomali observasi dapat diasumsikan dan diinterpretasikan berdasarkan parameter yang sesuai dengan model tersebut.

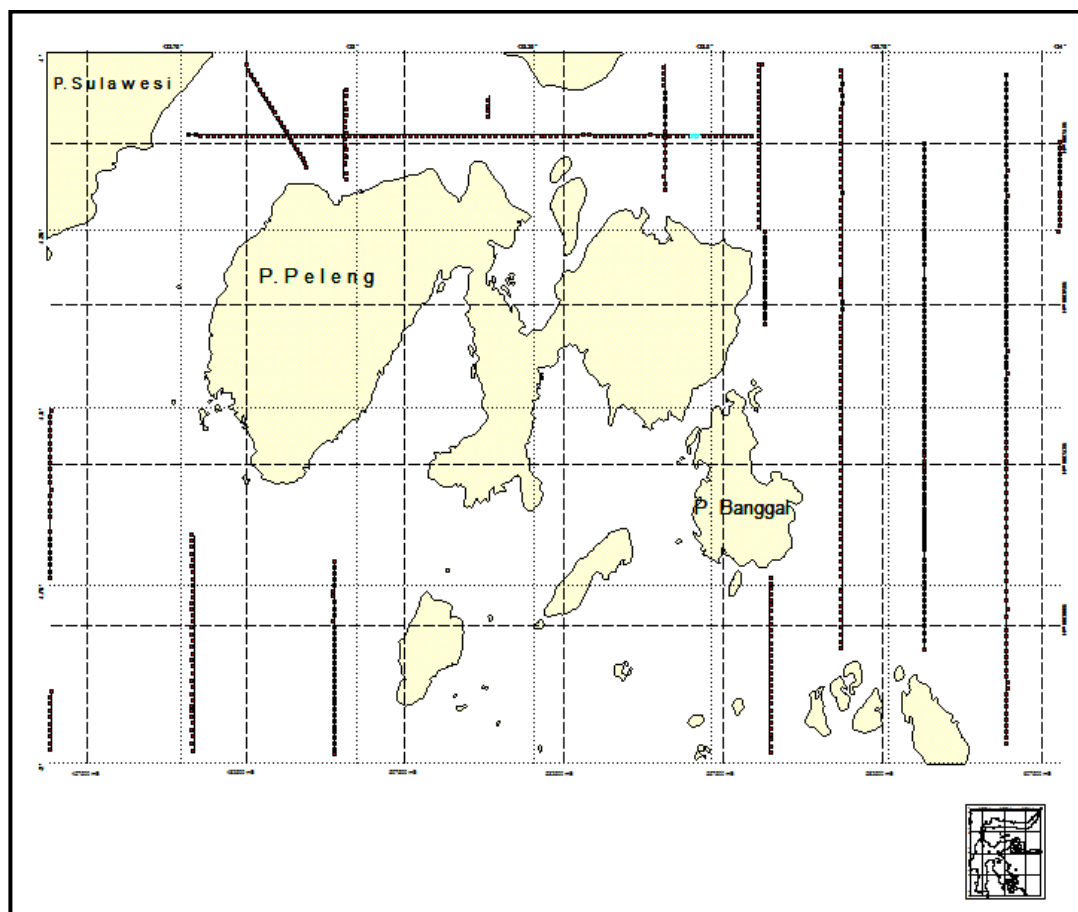
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian



Gambar 3. 1 Peta daerah penelitian (Google Earth, 2016)

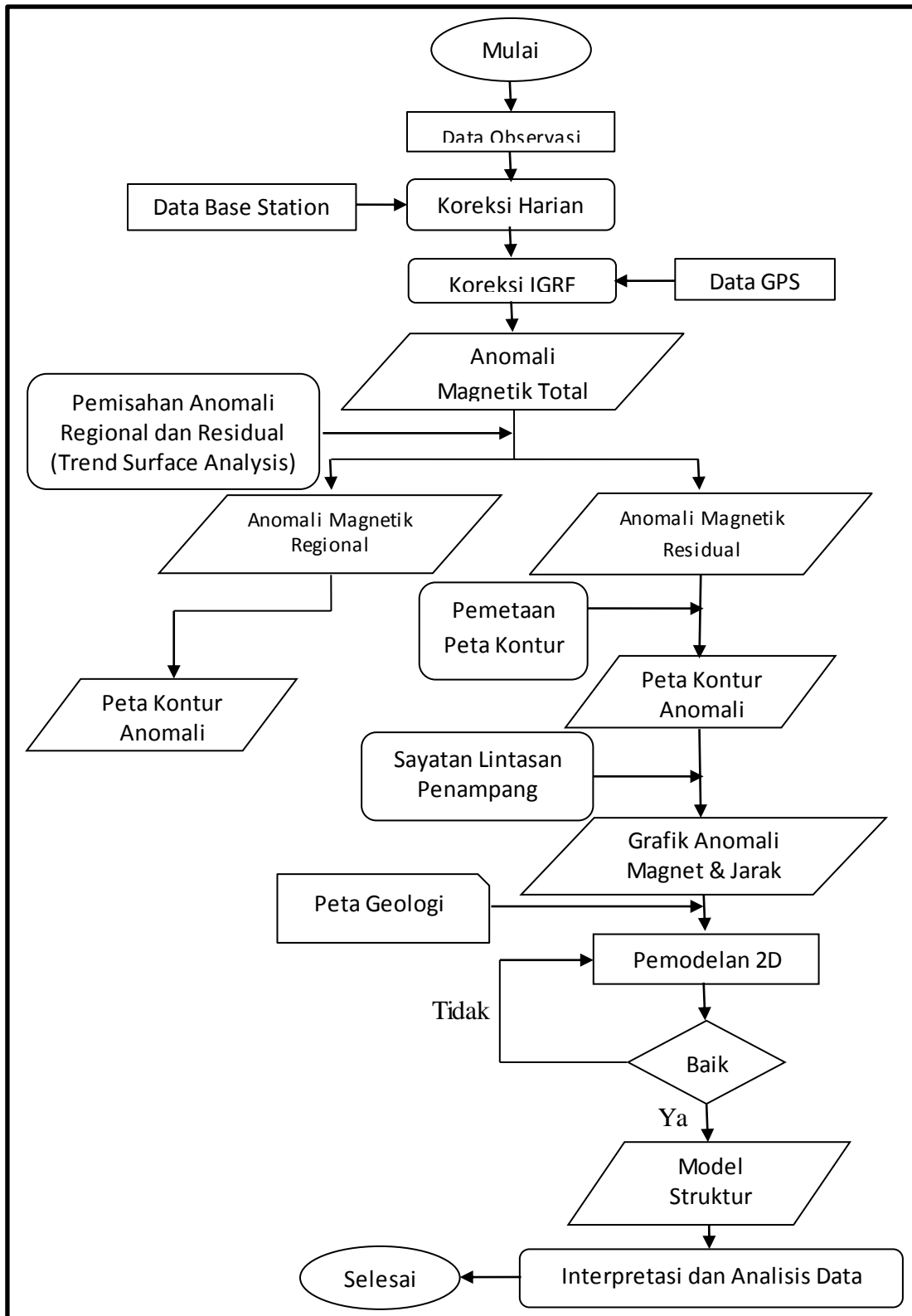
Lokasi penelitian kegiatan secara geografis termasuk ke dalam wilayah perairan Luwuk, Provinsi Sulawesi Tengah dengan batas koordinat $1^{\circ}00'00''$ Lintang Selatan – $2^{\circ}00'00''$ Lintang Selatan dan $122^{\circ}30'00''$ Bujur Timur – $124^{\circ}00'00''$ Bujur Timur. Lokasi penelitian ini membentuk lintasan yang mengelilingi seluruh Kepulauan Banggai dengan luas daerah penyelidikan kira-kira 9.000 km^2 yang dibatasi oleh daratan Sulawesi dibagian utara dan barat, Pulau Taliabu di bagian Timur serta Laut Banda di bagian Selatan.

Pengambilan data dilakukan oleh tim peneliti Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) pada tanggal 26 April 2006 sampai dengan tanggal 9 Mei 2006. Titik awal pengambilan data terletak pada koordinat 473567.0838 – 9876683 (UTM) dan titik akhir pengambilan data terletak pada koordinat 451832.8466 – 9833802.947 (UTM). Data yang diambil berupa data koordinat, waktu, magnetik total (Magnetik Observasi) serta data *Base Station* dengan jumlah data yang didapatkan sebanyak 622 data. Data tersebut diambil dari 19 lintasan yang tersebar di seluruh daerah penelitian. Sebaran lintasan pengambilan data yang dilakukan oleh tim peneliti Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) ditunjukkan oleh Gambar 3.2 dibawah ini:



Gambar 3. 2 Peta lintasan akuisisi data magnet (PPPGL, 2006)

3.3. Alur Penelitian



Gambar 3. 3 Diagram alur pengolahan data

3.4. Teknik Pengambilan Data

1.4.1. Alat dan Bahan

Proses pengambilan data magnetik oleh tim peneliti PPPGL dilakukan secara bersamaan dengan pengambilan data seismik. Pengambilan data tersebut dilakukan dalam waktu dan lokasi yang sama, yang membedakannya adalah alat yang digunakannya. Dalam pengambilan data magnetik, alat yang digunakan adalah:

1. 1 (satu) unit Ground Magnetometer Geometric, type G-856 dengan ketelitian pembacaan 1 (satu) gamma dilengkapi dengan rekaman untuk ditempatkan di Base Station (darat)
2. 1 (satu) unit Proton Magnetometer G – 877 yang terdiri dari sensor, kabel penghubung dan Winch, Magnetometer yang dioperasikan di kapal survei.
3. 1 (satu) unit Marine Magnetometer Consule.
4. 1 (satu) unit Power Supply, Lamda LMF28R.
5. 1 (satu) unit Analog Recorder, Soltec 3314N-MF.
6. 1 (satu) unit Sensor Magnetometer, EG&G.
7. Spare part EG&G Geometric.
8. GPS (*Global Positioning System*) digunakan untuk mengetahui posisi (lintang dan bujur) dari tiap titik pengukuran.

Setelah mendapatkan data magnetik, data diolah sehingga menghasilkan model struktur geologi bawah permukaan. Untuk melakukan pengolahan data tersebut, maka diperlukan perangkat lunak sebagai alat untuk mempermudah kinerja pengolahan data. Beberapa perangkat lunak yang digunakan adalah:

1. Microsoft Excel yang digunakan dalam koreksi harian dan koreksi IGRF.
2. Surfer V. 11 yang digunakan dalam pembuatan peta kontur anomali magnetic.
3. Matlab 7.0 yang digunakan dalam pemisahan anomali residual dan anomali regional.
4. Mag2DC 2.11 yang digunakan dalam membuat model struktur geologi.

1.4.2. Akuisisi Data

Akuisisi data merupakan proses pengambilan data magnetik di lokasi penelitian. Pengambilan data ini dilakukan dengan cara menempatkan 1 (satu) unit Ground Magnetometer Geometric type G-856 di daratan dengan tujuan untuk merekan variasi harian yang akan digunakan dalam tahap koreksi variasi harian. Sedangkan 1 (satu) unit Proton Magnetometer G – 877 digunakan untuk mengukur medan magnet di laut yang merupakan medan magnet total di lokasi penelitian. Dalam melakukan pengukuran di laut posisi peralatan perlu diatur sedemikian rupa sehingga harga intensitas magnet total yang diperoleh terhindar dari gangguan luar. Untuk itu ada beberapa persyaratan yang harus dilakukan, diantaranya :

1. Jarak sensor (tow fish) terhadap kapal adalah minimal 3x panjang kapal, pada kondisi ini *noise* yang timbul dari kapal diperkirakan mendekati nol.
2. Arah lintasan pengukuran diusahakan berarah utara – selatan, hal ini untuk mendapatkan pembacaan harga intensitas medan magnet yang stabil dan amplitude signal yang besar, pada arah lain tidak menjamin adanya kelancaran pembacaan.

Data yang dihasilkan dari pengambilan data oleh alat Proton Magnetometer G – 877 adalah waktu, koordinat, intensitas magnet total dan intensitas magnet IGRF.

1.5. Tahap Pengolahan Data

Data yang dihasilkan dari proses Akuisisi data merupakan data magnetik total. Mengingat tujuan dari penelitian ini merupakan mengidentifikasi struktur geologi bumi dangkal, maka data tersebut harus melewati beberapa jenis koreksi data. Koreksi data yang mesti dilakukan adalah koreksi harian, koreksi IGRF dan pemisahan anomali magnet regional dan anomali magnet residual. Setelah data melalui proses koreksi kemudian proses selanjutnya adalah pemisahan anomali residual dan anomali regional. Dari hasil pemisahan tersebut dibuat peta kontur

anomali magnetik untuk mengetahui pola sebaran nilai anomali magnetik di lokasi penelitian. Selanjutnya data disajikan dalam bentuk model struktur geologi bawah permukaan. Berikut ini adalah pembahasan setiap proses tersebut:

1.5.1. Koreksi IGRF

Medan magnet yang terbaca oleh alat Proton Magnetometer G – 877 saat dilakukannya akuisisi data sangat dipengaruhi oleh nilai medan magnet utama bumi. Nilai tersebut berasal dari aktivitas inti bumi dan memiliki nilai yang berubah dengan sangat lambat. Perubahan tersebut ditunjukkan oleh perbedaan nilai IGRF direntang waktu tertentu. Perubahan nilai medan magnet utama bumi ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap data yang terekam saat akuisisi data. Untuk mengantisipasi hal tersebut maka perlu dilakukan koreksi IGRF. Koreksi IGRF dilakukan dengan cara mengurangi nilai medan magnet total dengan nilai IGRF.

Nilai IGRF untuk setiap waktu dan lokasi tersedia di salah satu situs resmi NGDC yaitu: <http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#igrfwmm>. Dengan memberikan input koordinat dan waktu, kita akan mendapatkan nilai IGRF.

1.5.2. Koreksi Harian

Medan magnet bumi memiliki nilai yang bervariasi untuk setiap waktu dan tempat yang berbeda. Hal itu dikarenakan adanya pengaruh dari medan magnet luar. Faktor yang paling mempengaruhi dari hal tersebut adalah perputaran arus listrik didalam lapisan ionosfer. Adanya arus listrik tersebut diakibatkan oleh proses ionisasi gas oleh partikel elektromagnetik yang berasal dari matahari. Variasi harian juga dipengaruhi oleh aktivitas matahari dan bulan lain seperti siklus pasang surut serta badai matahari.

Dalam proses akuisisi data, pengambilan data variasi harian diperoleh dari rekaman medan magnet *Base Station* di daratan. Pengambilan data ini dilakukan pada waktu yang bersamaan dengan dengan pengambilan data di laut. Data medan magnet variasi harian dapat bernilai positif dan negatif. Jika variasi harian bernilai positif maka proses koreksi harian dilakukan dengan cara data yang telah melalui tahap koreksi IGRF dikurangi oleh data variasi harian. Tapi jika variasi harian

bernilai negatif maka proses koreksi harian dilakukan cara data yang telah melalui tahap koreksi IGRF ditambahkan dengan nilai variasi harian.

1.5.3. Pemisahan Anomali Regional dan Anomali Residual

Data magnetik yang dihasilkan dari koreksi harian dan koreksi IGRF merupakan data anomali magnetik total. Data tersebut merupakan data yang dipengaruhi oleh dua anomali magnetik yaitu anomali magnetik residual dan anomali magnetik total. Anomali magnetik residual ini dipengaruhi oleh batuan lokal yang berada di lapisan batuan dangkal. Sedangkan anomali magnetik regional dipengaruhi oleh batuan regional yang berada di lapisan batuan dalam. Kedua anomali ini berada pada daerah yang bersamaan dan saling berimpitan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan suatu metode pemisahan untuk melokalisir masing-masing anomali tersebut. Dalam penelitian ini, metode pemisahan anomali yang digunakan adalah *Trend Surface Analysis*. Metode ini merupakan teknik pemisahan anomali yang berbasis koordinat polynomial variable x dan y . Oleh sebab itu, metode ini sering juga disebut dengan metode polynomial. Pada kali ini koordinat yang digunakan merupakan koordinat yang diperoleh dari data yang terukur di lapangan.

Pada penelitian kali ini, metode *Trend Surface Analysis* yang digunakan adalah *Trend Surface Analysis Orde 1* karena data magnetik yang digunakan sedikit. Untuk memperoleh nilai anomali magnetik residual dan anomali magnetik regional harus melalui beberapa tahap yaitu:

1. Penentuan koefisien polynomial melalui operasi matrik 3×3 melalui persamaan (2.14).
2. Input data polimomial (b) ke dalam persamaan (2.9) dan akan menghasilkan nilai anomali magnetik regional.
3. Menentukan nilai anomali magnetik residual dengan cara melakukan pengurangan antara magnetik total dengan anomali magnetik regional yang ditunjukkan oleh persamaan (2.8).

1.5.4. Pembuatan Peta Kontur Anomali Magnetik

Peta kontur anomali magnetik digunakan untuk melihat pola sebaran medan magnet bumi yang terekam di lokasi penelitian. Peta kontur anomali magnetik dapat disajikan dalam bentuk peta kontur anomali magnetik residual, anomali magnetik regional atau pun anomali magnetik total, bergantung pada kebutuhan dan tujuannya masing-masing. Struktur geologi residual selalu lebih bervariasi dibandingkan dengan struktur geologi regional. Hal itu terjadi akibat faktor pembentukan batuan lebih banyak dipengaruhi di bagian kerak bumi. Oleh sebab itu data anomaly magnetic residual sering digunakan dalam penelitian identifikasi struktur geologi. Namun pada penelitian ini peta kontur anomaly magnetic regional akan dibuat dengan tujuan untuk membuktikan struktur batuan regional yang tidak variatif dan relatif stabil dengan jenis batuan yang serupa.

Peta kontur anomaly magnetik dibuat dengan menggunakan perangkat lunak Surfer V.11. Dalam proses pembuatannya data yang harus dimiliki adalah nilai anomali magnetik serta koordinat disetiap data anomali magnet tersebut. data anomali yang digunakan merupakan anomali magnetik residual. Pada peta kontur tersebut kita dapat melihat pola sebaran medan magnet. Dari pola sebaran tersebut kita dapat menginterpretasikan secara umum kondisi geologi dibawah permukaan bumi. Dengan mengetahui gambaran umum kondisi geologi kita membuat beberapa lintasan sayatan untuk memperoleh data yang akan digunakan dalam proses pemodelan struktur geologi.

1.5.5. Pembuatan Model Struktur Geologi

Pada dasarnya setiap daerah memiliki struktur geologi batuan yang berbeda. Seiring waktu berjalan, sirkulasi pembentukan batuan terjadi secara kontinu. Fenomena alam seperti ledakan gunung berapi, longsor dan lainnya menyebabkan terciptanya lapisan batuan yang berbeda. Fenomena-fenomena tersebut dapat menyebabkan terjadinya suatu anomali lapisan batuan. Batuan yang berasal dari inti bumi mampu terangkat ke permukaan sehingga batuan yang lebih muda berada dibawah lapisan batuan tersebut. Selain itu, pergerakan lempeng bumi menjadi penyebab lain dari perbedaan struktur geologi tersebut. Pergerakan antar lempeng bumi dapat terjadi dalam arah yang sama atau pun berbeda.

Pergerakan lempeng yang berbeda dapat menyebabkan adanya zona sesar atau rekahan. Zona sesar tersebut menimbulkan berbagai batuan dan mineral dapat menerobos ke permukaan.

Untuk mengetahui kondisi struktur geologi batuan di suatu daerah dapat ditunjukkan melalui suatu model struktur geologi. Model struktur geologi batuan yang dibuat dalam penelitian ini merupakan model 2 Dimensi yang dibuat menggunakan perangkat lunak Mag2DC. Pada proses pemodelan ini spasi jarak, anomali magnetik, nilai IGRF, sudut inklinasi, sudut deklinasi dan target kedalaman menjadi data masukan yang dibutuhkan oleh perangkat lunak tersebut. Spasi jarak dan nilai anomali magnetik diperoleh dari hasil sayatan pada peta kontur. Sedangkan nilai IGRF, sudut inklinasi dan sudut deklinasi diperoleh dari situs resmi NGDC. Target kedalaman dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan dari penelitian. Dalam pembuatan model tersebut, peta geologi menjadi salah satu tinjauan penting. Peta geologi mampu memperlihatkan kondisi geologi saat ini. Namun peta geologi secara umum hanya menampilkan kondisi struktur batuan secara horizontal. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah model yang mampu menampilkan kondisi geologi batuan secara vertical sehingga kondisi struktur batuan dapat teramati lebih akurat.

1.6. Interpretasi

Data yang telah melalui berbagai proses pengolahan data perlu dijelaskan berdasarkan dengan teori yang bersangkutan. Proses ini disebut dengan interpretasi. Dalam proses tersebut hasil pengolahan data ditafsirkan dan diuji kesesuaiannya dengan teori yang bersangkutan. Secara umum interpretasi data magnetik terbagi menjadi dua, yaitu interpretasi kualitatif dan kuantitatif. Interpretasi kualitatif didasarkan pada pola kontur anomali medan magnetik yang bersumber dari distribusi benda-benda termagnetisasi atau struktur geologi bawah permukaan bumi. Selanjutnya pola anomali medan magnetik yang dihasilkan ditafsirkan berdasarkan informasi geologi setempat dalam bentuk distribusi benda magnetik yang dijadikan dasar pendugaan terhadap keadaan geologi yang

sebenarnya. Dari informasi tersebut penentuan lintasan sayatan akan lebih terarah bergantung pada tujuan penelitiannya.

Sedangkan interpretasi kualitatif didasarkan pada hasil model struktur geologi. Interpretasi model struktur geologi ini dilakukan dengan menjelaskan jenis batuan penyusun, letak batuan serta kondisi lapisan batuan yang diperoleh dari model struktur geologi.